

## ИЗМЕРЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ МЕТОДОМ МНОГОПЛЕЧЕЙ Е-ПЛОСКОСТНОЙ ОТСЧЕТНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

Карлов В. А., к.т.н., доц.

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара,  
г. Днепропетровск, Украина

В докладе приведены результаты измерений комплексного коэффициента отражения (КО) с использованием сфокусированного анализатора.

На рис. 1.а представлена структурная схема 8-ми миллиметрового шестиплечего анализатора комплексного КО.

На рис. 1.б представлена эквивалентная схема, в общем случае четырех, измерительных каналов анализатора,  $i=1,2,3,4$ .

Эквивалентную схему анализатора можно рассматривать, как состоящую из четырех скалярных рефлектометров, измеряющих относительные мощности  $\bar{P}_i = P_i/P_0 \sim |\dot{b}_i/\dot{a}_1|^2$ , отраженные от нагрузки с КО  $\dot{\Gamma}$ , перед которыми включен четырехполюсник с матрицей рассеяния, рис 1б.

Математическая модель анализатора строится на комплексной плоскости отношения входных волн  $A_4 = a_4/a_1$  с последующим отображением измеренного значения на  $\dot{\Gamma}$ -плоскость:

$$|\dot{A}_4 - \dot{q}_i|^2 = \left| \frac{\tilde{S}_{i1}^0}{\tilde{S}_{i4}^0} \right|^2 \frac{P_0^0 \cdot P_i}{P_i^0 \cdot P_0}; \quad \dot{\Gamma} = \frac{\dot{A}_4}{\dot{S}_{41}^0 + \dot{S}_{44}^0 \cdot \dot{A}_4}, \quad (1)$$

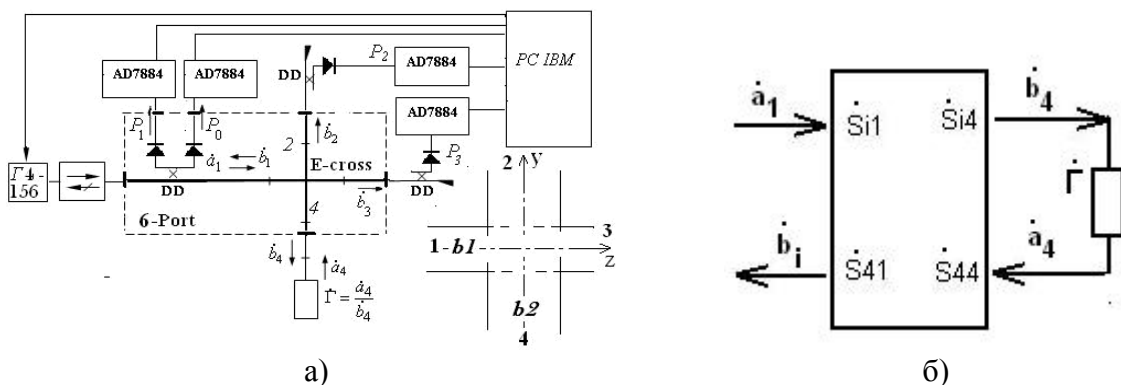


Рисунок 1. Структурная схема крестообразного анализатора (а) и эквивалентная схема его 6-ти плечего измерительного преобразователя (б)

Для идеально сфокусированного крестообразного преобразователя экспериментально исследованные и предварительно откорректированные области фокусировки должны совпадать с идеальными областями фокусировки (областями неоднозначности 5-ти плечих преобразователей).

На рис. 2 представленны результаты экспериментальных измерений модуля КО (рис. 2а) и фазы КО (рис. 2б) от подвижного отражающего клина. Измерения проведены с учетом фокусировки крестообразного преобразователя. Первые 70 смещений были сделаны по направлению распространения отраженной волны, следующие 70 – возвратные, по направлению распространения падающей волны. Характерная зависимость кривой наблюдалась на тех частотах, на которых частота генератора (в пределах погрешности установки частоты генератора Г4-156) отличалась от идеальной частоты, которая использовалась при численном расчете коэффициентов матрицы рассеяния делителя. Частота генератора равна 26 ГГц.

На рис. 2.в и рис 2.г приведены зависимости фазовых сдвигов между соседними смещениями подвижного отражателя.

Аналогичные зависимости и численные значения получены на всех частотах 8-ми миллиметрового диапазона для нагрузок с модулем КО равным 0.15, 0.5, 1.0: погрешность по модулю КО равна 1% и по сдвигу фазы КО – 2°.

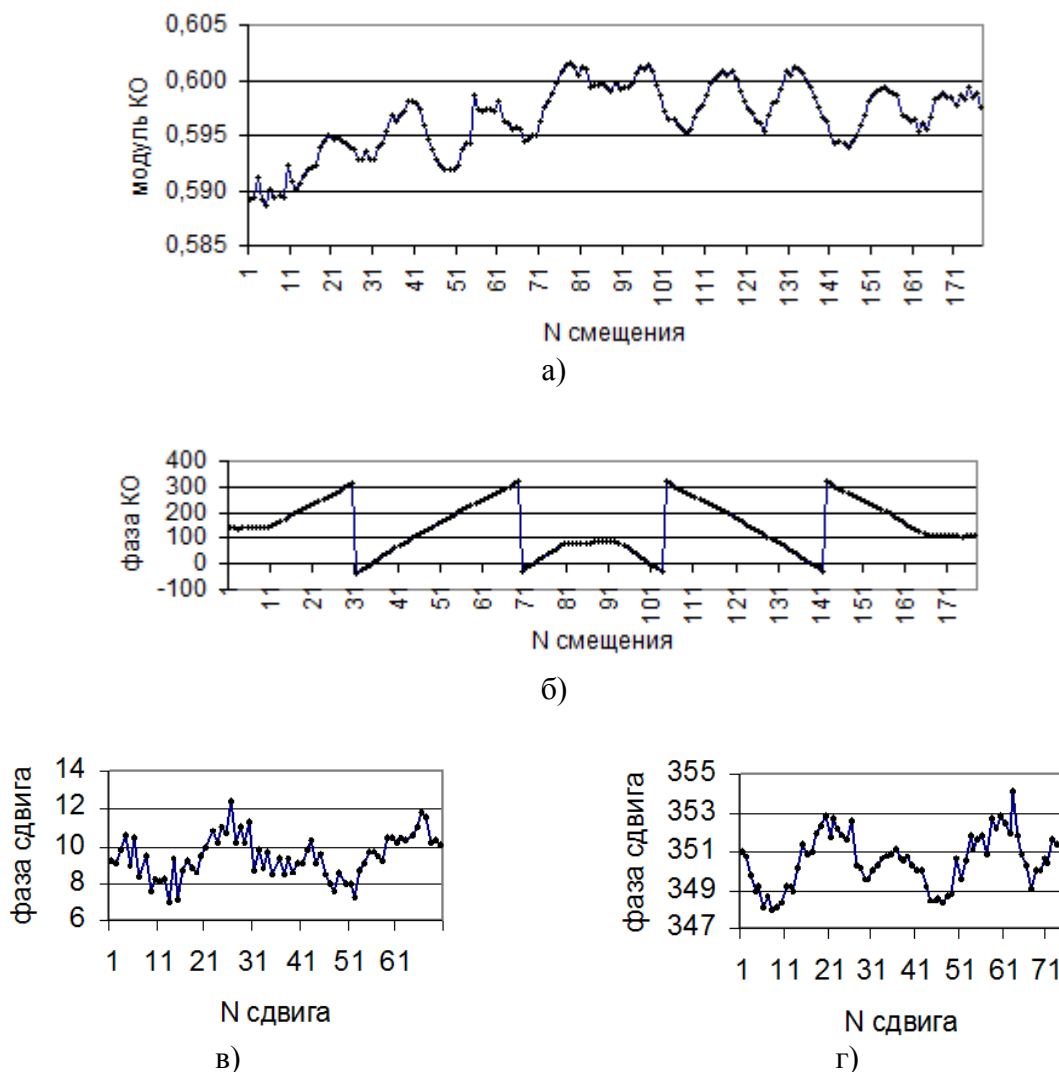


Рисунок 2. Экспериментальные зависимости, полученные при измерении модуля (а),

фазы (б) и сдвига по фазе (в, г) от подвижной нагрузки

На рис. 3 отображены результаты измерения модуля КО при работе анализатора в режиме «векторная панорама».

Методика измерения. Калибровка анализатора непосредственно на согласованный клин (без фланцевого соединения). Далее, аналогично, измерение на 13 частотах 1 положения подвижного отражателя, 2 положения, ..., 21 положения. Полученный разброс по модулю КО для трех подвижных нагрузок равен 2%, по сдвигу фазы равен 3°.

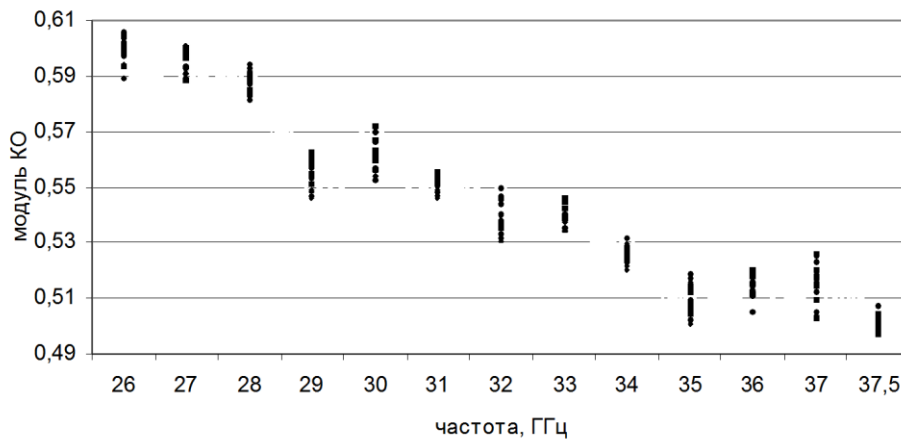


Рисунок 3. Измерение модуля КО в режиме «векторная панорама»

Фокусировка крестообразного преобразователя позволила уменьшить погрешность измерения КО по модулю в 5 раз: 1% на фиксированной частоте и 2% в режиме анализатора — «векторная панорама».

#### **Перечень источников**

1. Карлов В.А. Крестообразный анализатор цепей сверхвысоких частот / Международный сборник научных статей "Вопросы информационных технологий". — Выпуск 1. — Липецк, 2014. — С.9 - 20.

#### **Анотація**

Представлені результати експериментальних вимірювань комплексного коефіцієнту відбиття у міліметровому діапазоні з застосуванням у перетворювачі Е-площиною чотирьох плечей неоднорідності.

Ключові слова: аналізатор, Е-хрест, фокусировка, коефіцієнт відбиття.

#### **Аннотация**

Представлены результаты экспериментальных измерений комплексного КО в миллиметровом диапазоне длин волн с использованием в измерительном преобразователе прибора Е-плоскостной четырех плечей неоднородности.

Ключевые слова: анализатор, Е-крест, фокусировка, коэффициент отражения.

#### **Abstract**

The results of experimental measurements of the complex reflection in the millimeter wavelength range with transmitter unit E-planar four-port heterogeneity are presented.

Keywords: analyzer, E-cross, focusing, reflection coefficient.